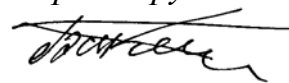


*На правах рукописи*



УДК 502.75

**БАКИН ОЛЕГ ВЛАДИМИРОВИЧ**

**ФИТОРАЗНООБРАЗИЕ  
И ОХРАНА БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ  
НА ЮГЕ ЛЕСНОЙ ЗОНЫ  
ВОСТОКА ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ**

Специальность: 03.00.16 – экология

Автореферат  
диссертации на соискание ученой степени  
кандидата биологических наук

Казань – 2009

Работа выполнена на кафедре общей экологии ФГОУ ВПО «Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина» и в Волжско-Камском государственном природном биосферном заповеднике

Научный руководитель: заслуженный работник высшей школы РФ,  
доктор биологических наук, профессор  
Рогова Татьяна Владимировна

Официальные оппоненты: доктор биологических наук, профессор  
Марков Михаил Витальевич

доктор биологических наук, доцент  
Абрамов Николай Васильевич

Ведущая организация: ФГОУ ВПО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова»

Защита состоится 19 февраля 2009 г. в \_\_\_ часов на заседании диссертационного совета ДМ212.081.19 при ФГОУ ВПО «Казанский государственный университет им. В.И. Ульянова-Ленина», по адресу: 420008, Казань, ул. Кремлевская, 18.

Факс: (843)238-71-21; (843)231-52-40; E-mail: zeleewy@rambler.ru

С диссертацией можно ознакомиться в Научной библиотеке им. Н.И. Лобачевского  
Казанского государственного университета по адресу: г. Казань, ул. Кремлевская, 35.

Автореферат разослан            января 2009 г.

Ученый секретарь диссертационного совета,  
кандидат биологических наук, доцент

Р.М. Зелеев

## **ВВЕДЕНИЕ**

**Актуальность темы.** Для юга лесной зоны востока европейской части России актуальной представляется проблема сохранения фиторазнообразия болотных экосистем, основу которого составляют сосудистые растения и листостебельные мхи. В силу физико-географических условий болота здесь имеют ограниченное распространение. Так, общая заболоченность территории Татарстана составляет всего 0,4% (Апкин, 2002). На данной территории давно ведется интенсивная хозяйственная деятельность, и в охране нуждаются почти все оставшиеся в естественном состоянии болота. До последнего времени региональные особенности болот юга лесной зоны оставались плохо изученными (Юрковская, 1992; Боч, Смагин, 1993). Для охраны болотных видов растений необходимы знания об их разнообразии и особенностях распространения, а также знания региональных особенностей болотообразовательного процесса и экологической устойчивости болотных экосистем к антропогенным факторам.

**Цель и задачи исследования.** Целью настоящей работы является выявление флористического разнообразия болотных экосистем и возможностей его сохранения на юге лесной зоны востока европейской части России (на примере Татарстана). Для достижения поставленной цели решались следующие задачи:

1. Выполнить экотопологическую классификацию болотных массивов и оценить особенности динамики болотообразовательного процесса;
2. Выявить состав, структуру и динамику флоры сосудистых растений и листостебельных мхов болот; охарактеризовать пространственные закономерности распространения видов болотных эколого-ценотических групп;
3. Разработать подходы к сохранению фиторазнообразия болотных экосистем региона.

**Научная новизна работы.** Впервые для региона выявлено генетическое разнообразие болотных массивов, исследованы условия их формирования. Показана роль болот в сохранении бореального компонента флоры региона, в

том числе лесной. Выявлен интразональный характер основной части флоро-ценотического комплекса болот; на уровне отдельных видов и на уровне экосистем показано современное смещение на север южной границы ареала бореальной болотной биоты. Установлено, что в основе трансформации флоры болотных массивов лежит их эвтрофизация, на основании чего предложены принципы организации болотных особо охраняемых природных территорий (ООПТ). Выявлено 5 новых для флоры Татарстана видов сосудистых растений (*Dactylorhiza traunsteineri* (Saut.) Soó, *Liparis loeselii* (L.) Rich., *Schoenus ferrugineus* L., *Pedicularis sceptrum-carolinum* L., *Rubus nessensis* W. Hall.).

**Практическая значимость работы.** Разработанные принципы выбора территорий для организации болотных ООПТ могут быть использованы в системе ООПТ юга лесной зоны европейской части России и практически применены для обоснования необходимости расширения территории Волжско-Камского государственного заповедника, а также организации трех комплексных природных заказников республиканского значения.

**Апробация работы.** Основные положения работы обсуждались: на республиканской научно-практической конференции «Особо охраняемые природные территории Республики Татарстан» (Казань, 1994), на республиканской научно-практической конференции «Роль особо охраняемых природных территорий в сохранении биоразнообразия и социальном развитии регионов» (Казань, 2003), на совещании работников заповедников и национальных парков РФ «Заповедники и национальные парки как биосферные резерваты в бассейнах великих рек» (Нижний Новгород, 2003), на международной научной конференции «Изучение флоры Восточной Европы: достижения и перспективы» (Санкт-Петербург, 2005), на международной научной конференции «Вопросы общей ботаники: традиции и перспективы» (Казань, 2006).

**Публикации.** По теме диссертации опубликовано 15 работ, из них 2 в изданиях ВАК.

### **Положения, выносимые на защиту.**

1. Ведущими факторами, ограничивающими болотообразовательный процесс и определяющими размеры и типы болотных массивов на юге лесной зоны, являются: неустойчивый характер и дефицит увлажнения, высокая расчлененность рельефа, характер подстилающих пород. Крупные торфяные болота имеют исключительно лимногенное происхождение.
2. Бореальный характер флоры сосудистых растений и мхов болотных массивов проявляется по ряду показателей: спектрам ведущих семейств, географических элементов и жизненных форм растений. Распределение болотных видов в экологическом и географическом пространстве определяется преимущественно трофностью экотопа; виды северного распространения связаны с олиготрофными местообитаниями надпойменных террас крупных рек.
3. Современная динамика фиторазнообразия болотных массивов обусловлена эвтрофикацией экотопов, связанной с развитием эрозионных процессов в ландшафтах. Эффективная охрана фиторазнообразия болотных экосистем региона требует организации ООПТ с учетом величины лесистости водосбора и размеров болотного массива.

**Личный вклад.** Автором проведены полевые исследования болотных массивов, как ландшафтных образований, и болотной флоры сосудистых растений, проведен ее анализ; выполнен химический анализ торфов. Выполнен флористический анализ мхов на основе материалов гербария KAZ. Автором также были предложены и осуществлены на практике принципы организации болотных ООПТ.

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, шести глав, выводов, списка литературы и приложения. Работа изложена на 150 страницах машинописного текста, содержит 20 таблиц и 34 рисунка; список литературы включает 196 источников (16 страниц), из них 23 работы на иностранном языке.

**Благодарности.** Диссертант выражает глубокую благодарность научному руководителю, профессору Т.В. Роговой, за всемерную помощь, чуткость и терпение. Также автор благодарит сотрудников факультета экологии и географии Казанского государственного университета – ассистента В.Е. Прохорова, за совместные экспедиции и техническую помощь в работе, и ассистента Н.А. Чижикову, за помощь в использовании компьютерных программных продуктов, а также сотрудника Волжско-Камского заповедника А.С. Сарварова, за техническую помощь в работе.

## **ГЛАВА 1. БОЛОТООБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ПРОЦЕСС И ПОДХОДЫ К ЕГО ИЗУЧЕНИЮ**

Рассмотрены базовые положения современного болотоведения, особенности структуры и динамики болотных экосистем, подходы к изучению болотообразовательного процесса (Weber, 1912; Аболин, 1914; Сукачев, 1926; Цинзерлинг, 1938; Галкина, 1946; Богдановской-Гиенэф, 1949; Романов, 1961; Ниценко, 1967; Иванов, 1975; Kaule, 1976; Тюремнов, 1976; Schneider, 1976; Боч, Мазинг, 1979; Пьявченко, 1985; Лопатин, 1986 и др.) и флоры болот (Юрцев, 1987; Юрцев, Петровский, 1971), значение положения болотных массивов в геохимическом ландшафте (Полынов, 1956; Глазовская, 1988) и принципы их экологической устойчивости (Бигон и др., 1989).

Анализ литературы показывает, что физико-географические факторы, определяющие болотообразовательный процесс и болотное фиторазнообразие, имеют выраженные зональные особенности. К главным факторам относятся климатические, геоморфологические, гидрологические и литологические факторы.

## **ГЛАВА 2. ФИЗИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ БОЛОТООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

Рассмотрены природные условия региона, при этом особое внимание уделено главным факторам болотообразовательного процесса. Анализ природных условий показывает, что величина увлажнения близкая к величине

испарения или уступающая ей, высокая степень расчлененности рельефа, преобладание трещиноватых карбонатных материнских пород накладывают значительные ограничения на развитие болотообразовательного процесса, являются определяющими факторами того, что болотные массивы региона имеют малые размеры и относятся преимущественно к низинному типу.

### **ГЛАВА 3. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Основным объектом изучения являлся болотный массив – ландшафтная единица, развивающаяся в одной депрессии (Галкина, 1946) – и его флора. В основу работы положены материалы полевых исследований болотных массивов Татарстана и их флоры 2003-2007 гг., а также некоторые более ранние материалы. Изучение болот проводилось маршрутным методом во всех природных районах республики, в рамках которого для каждого болотного массива устанавливалось положение в рельефе, геоморфологические особенности болотной депрессии, характер водного режима и торфонакопления, литология района, ландшафтное окружение; на некоторых болотных массивах производился отбор проб воды и торфа для последующего анализа. Для каждого болотного массива составлялся список флоры сосудистых растений, проводился сбор гербарного материала. Всего обследовано 118 болотных массивов. В работе также использовались материалы Гербария КГУ (KAZ), ряд картографических и фондовых материалов.

При анализе флоры использовалась схема Б.А. Юрцева (1968); за основу была взята форма, принятая в сводке по болотам Северо-Запада России (Боч, Смагин, 1993), что позволяет провести сравнение флор двух регионов. Такое сравнение представляет интерес в связи с идущими на территории республики процессами псевдосемиаридизации ландшафтов (Дедков, 1970).

При построении спектра жизненных форм сосудистых растений по эколого-морфологическим признакам, за основу были взяты классификации И.Г. Серебрякова (1962, 1964) и В.Н. Голубева (1972); построение биологического спектра основано на системе К. Раункиера (Raunkiaer, 1934).

Для экологического анализа флоры болотных массивов была проведена непрямая ординация флористических списков и отдельных видов. В качестве метода ординации использован анализ соответствия (correspondence analysis) (Hill 1974; Ter Braak, 1988-1992), реализованный в пакете *vegan* (Oksanen et al., 2005) среды статистического программирования R (R Development Core Team, 2006). В качестве информационного показателя использованы балльные оценки обилия видов. Для ординации, помимо флористических списков составленных автором, были использованы 243 описания болот и заболоченных земель из базы данных «Флора» факультета географии и экологии Казанского государственного университета.

При количественном анализе географического распространения эколого-ценотических групп на территории Татарстана использовалась программа, составленная В.Е. Прохоровым (программная среда *FoxPro*; визуализация – пакет *MapInfo*).

В отношении бриофлоры автор ограничился флористическим анализом, проведенным, главным образом, на материалах гербария KAZ, критически просмотренных в 2003 г. М.С. Игнатовым (ГБС РАН). Названия таксонов и система мхов даны по М.С. Игнатову с соавторами (Ignatov et al., 2006).

Гидрохимический анализ болотных вод был выполнен лицензированной лабораторией ЦСИАК Минэкологии РТ. Анализ торфа на зольность и кислотность проведен унифицированными методами (Лиштван, Король, 1975).

#### **ГЛАВА 4. ЭКОТОПОЛОГИЧЕСКИЕ ТИПЫ БОЛОТНЫХ МАССИВОВ И ДИНАМИКА БОЛОТООБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА**

При решении вопросов выявления и охраны фиторазнообразия, необходимо иметь полную информацию о разнообразии экотопов региона, о свойствах местообитаний нуждающихся в охране видов, их устойчивости к воздействию различных антропогенных факторов, а также их возможной эволюции. Особенности физико-географических условий территории на юге лесной зоны обуславливают приуроченность болот исключительно к разного



рода понижениям, где только и возможно образование избыточного увлажнения. Изучение положения болотных массивов в рельефе позволило выделить на территории Татарстана восемь их основных типов (табл. 1; к мало-мощному отнесено торфонакопление, при котором толща залежи составляет не более 50 см).

Таблица 1.

Характеристика условий формирования болотных массивов  
на территории Татарстана

№ п/п	Вид депрессии	Тип водного потока (по: Галкина, 1959)	Характер грунта	Опреде- ляющий тип вод	Характер увлажнения	Характер торфо- накопле- ния
1	Замкнутая западина	Радиально сходящийся	Легкий	Грунтовые	Переменный застойный	Мало- мощный
			Тяжелый	Грунтовые и делювиаль- ные		
2	Замкнутая котловина	Радиально сходящийся и расходящийся	Легкий	Грунтовые	Постоянный застойный	Мощ- ный
			Тяжелый	Грунтовые и делювиаль- ные		
3	Ложбина, открытая с обоих концов или с нижнего	Параллельный, при плоской поверхности, и сходящийся при вогнутой	Легкий	Грунтовые	Переменный проточный	Мало- мощный
			Тяжелый	Грунтовые и делювиаль- ные		
4	Притер- расное пониже- ние	Криволинейно расходящийся	Легкий	Грунтовые	Переменный проточный	Мало- мощный
			Тяжелый	Грунтовые и делювиаль- ные	Постоянный застойный	Мощ- ный
5	Полузам- кнутая западина	Криволинейно расходящийся	Тяжелый	Грунтовые	Постоянный проточный	Мало- мощный
6	Речной плес	Сходящийся	Тяжелый	Грунтовые и аллювиальные	Постоянный проточный	Подав- ленный
7	Старица	Тип не установлен	Тяжелый	—	Постоянный застойный	Мощ- ный
8	Залив	Тип не установлен	Легкий	Грунтовые и аллювиальные	Переменный проточный	Подав- ленный
			Тяжелый			

Все депрессии, в которых развиваются болота, за исключением типа №5, приурочены к речным долинам. В условиях Татарстана только с озерами связано образование относительно мощных торфяников. Старичные озера эволюционируют в низинные травяные болота. Этот тип болот развивается и во всех других формах депрессий. На надпойменных террасах рек травяные болота могут сменяться сфагновыми. Для болотных массивов водораздельных склонов (тип №5), характерны небольшие ключевые болота, воды которых имеют повышенную жесткость; здесь часто доминируют гипновые мхи. Для всех типов депрессий борových песков характерны сфагновые болота, что обусловлено низкой минерализацией вод. Наиболее мощные сфагновые болота образуются здесь в озерных котловинах путем сплавинообразования. Обычны осоковые и осоко-сфагновые сплавины, с участием в авангарде *Carex lasiocarpa*, *C. pseudocyperus*, *C. diandra* и *Sphagnum teres*, *S. fallax*, *S. obtusum*. Фаза травяной сплавины характеризуется уникальным набором видов, которые на более северных территориях относят к типичным видам минеротрофных болот. Для поздних стадий развития сфагновых болот характерен наиболее полный набор бореальных и аркто-бореальных видов растений. Химический анализ торфов показал, что все сфагновые болота на уровне болотных массивов относятся к переходному типу, и только отдельные болотные участки в их составе могут быть отнесены к верховому типу.

Таким образом, озера надпойменных речных террас являются на юге лесной зоны основным фондом для формирования переходных болот, и болотообразовательный процесс выражен здесь наиболее полно.

## ГЛАВА 5. ФИТОРАЗНООБРАЗИЕ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ

### 5.1. Состав и структура флоры

**Сосудистые растения.** На болотных массивах Татарстана зарегистрировано 346 видов сосудистых растений, что составляет 21,5% от общей флоры и 27,0% от аборигенной флоры республики. Выявленные виды относятся к 176 родам, 74 семействам, 54 порядкам, 6 классам и 5 отделам. 94,8% флоры

составляют *Magnoliophyta*, из которых на класс *Liliopsida* приходится 43,6%; высокий процент однодольных сближает болотную флору с тундровой (Толмачев, 1974). На бореальный характер болотной флоры указывают спектры ведущих семейств (табл. 2), географических элементов (табл. 3, 4) и жизненных форм растений, особенно в отношении флороценотического комплекса (ФЦК) (Юрцев, Петровский, 1971), включающего виды облигатно или пре-

Таблица 2.

Число видов в десяти ведущих семействах флоры болотных массивов и флоры Татарстана в целом

Место по числу видов	Семейство	Флора болот		Флора в целом		Место по числу видов
		Число видов	%	Число видов	%	
1	<i>Cyperaceae</i>	55	15,9	86	5,3	5
2	<i>Poaceae</i>	34	9,8	150	9,3	2
3	<i>Asteraceae</i>	22	6,3	239	14,8	1
4	<i>Orchidaceae</i>	14	4,0	28	1,7	15-16
5	<i>Rosaceae</i>	13	3,8	93	5,8	4
6-7	<i>Ranunculaceae</i>	12	3,5	39	2,4	12
6-7	<i>Salicaceae</i>	12	3,5	22	1,4	18
8	<i>Juncaceae</i>	11	3,2	17	1,1	20
9	<i>Polygonaceae</i>	10	2,9	48	3,0	10
10	<i>Apiaceae</i>	9	2,6	36	2,2	13
Всего		192	55,5			

имущественно связанные с болотами. По степени связи виды подразделяются на пять групп: I – случайный вид; II – индифферентный; III – встречающийся в разных экотопах, но оптимально развивающийся на болотах; IV – предпочитающий болото; V – встречающийся почти исключительно на болотах. К ФЦК болот отнесены группы III-V – всего 92 вида (26,6% от общей флоры болот). Эти виды связаны с торфяным субстратом, важнейшей особенностью которого является бедность азотом и минеральными веществами. ФЦК дает более четкое представление о природе болот, нежели болотная флора в целом, где велика доля случайных видов.

Наиболее богат видами род *Carex*, насчитывающий 38 видов, из которых 23 входят во ФЦК болот. Второе место занимает род *Salix* – 11 видов, из ко-

торых к ФЦК относится 5 видов.

Во флоре болот Татарстана преобладают виды с широкими ареалами (табл. 3). Специфику флоре придают виды, распространенные в Северной Азии (группы 7 и 8), и лишь заходящие в Восточную Европу. Во ФЦК болот доля голарктических видов приближается к 50%, в основном, за счет видов с циркумбореальным типом ареала.

Таблица 3.

Соотношение долготно-географических элементов  
во флоре болотных массивов Татарстана

№ п/п	Группа видов	Флора болот		ФЦК болот	
		Число видов	%	Число видов	%
1	Голарктическая	108	31,2	45	48,9
2	Амфиатлантическая	20	5,8	6	6,5
3	Европейская	19	5,5	7	7,6
4	Евросибирская	36	10,4	9	9,8
5	Евро-западноазиатская	83	24,0	14	15,2
6	Евроазиатская	53	15,3	9	9,8
7	Восточноевропейско-азиатская	6	1,7	1	1,1
8	Восточноевропейско-азиатско-североамериканская	6	1,7	1	1,1
9	Гемикосмополитная	15	4,4	0	0,0
Всего		346	100	92	100

Интразональные черты болот проявляются при рассмотрении широтного распространения видов растений (табл. 4).

Таблица 4.

Соотношение широтно-географических элементов  
во флоре болотных массивов Татарстана

№ п/п	Группа видов	Флора болот		ФЦК болот	
		Число видов	%	Число видов	%
1	Аркто-бореальная	18	5,2	14	15,2
2	Бореальная	65	18,8	35	38,1
3	Бореально-неморальная	66	19,1	13	14,1
4	Неморальная	3	0,9	0	0,0
5	Неморально-понтическая	16	4,6	1	1,1
6	Плурizonальная	178	51,4	29	31,5
Всего		346	100	92	100

Во ФЦК болот, по сравнению с общей болотной флорой, доля бореальных и аркто-бореальных видов значительно выше. Очевидно, что большинство из них облигатно связано с торфом – субстратом, более подходящим для произрастания северных форм, нежели зональных, местных видов.

Разнообразие экотопов на болотах обуславливают разнообразие жизненных форм болотных растений. На болотных массивах Татарстана древесных форм насчитывается 35 видов, из которых 14 видов входит во ФЦК болот. По сравнению с болотной флорой в целом, во ФЦК возрастает доля кустарничков. Большинство болотных растений представляют собой поликарпические травы (81,5%), среди которых, в свою очередь, преобладают корневищные формы. Во ФЦК болот эта закономерность сохраняется. При этом уменьшается доля короткокорневищных трав и увеличивается доля длиннокорневищных, что связано с нарастанием торфа. Также во ФЦК наблюдается увеличение доли плотнодерновинных, клубнеобразующих и насекомоядных форм. В биологическом спектре наибольшее число видов относится к гемикриптофитам (43%), однако, по сравнению с общей флорой республики (где гемикриптофитов более половины), их доля на болотах ниже. Это связано с увеличением доли криптофитов. Во ФЦК болот обе группы имеют равные доли (по 41%), криптофиты представлены только гелофитами. Во ФЦК также увеличивается доля нанофанерофитов и хамефитов, что также подчеркивает интразональный характер флоры болот.

В отношении эколого-ценотических структуры флоры, на болотах по числу видов доминирует группа лугово-болотных растений. В группе лесных форм интерес представляет ряд бореальных видов, участвующих в сложении экотонов сфагновых болот и сосняков чернично-мшистых и долгомошных. На юге лесной зоны заметное тяготение таежных видов к болотным местобитаниям связано с тем, что по периферии лесных болот имитируются экологические условия (в частности, эдафические) более северной географической зоны, в которых таежные виды имеют более высокую конкурентоспособность.

Известная закономерность изменения экотопической приуроченности вида на протяжении ареала (Вальтер, 1982) прослеживается на юге лесной зоны и в отношении собственно болотных растений, что наглядно показывает сравнение флор. Так, к ФЦК болот Татарстана отнесено 92 вида, Северо-Запада России – 96 (Боч, Смагин, 1993), общими для них являются 66 видов (мера флористического сходства Жаккара – 54,1%, Серенсена-Чекановского – 70,2%). Такие виды, как *Carex dioica*, *C. globularis*, *Corallorrhiza trifida*, *Drosera rotundifolia*, *Empetrum nigrum*, *Eriophorum gracile*, *Pedicularis sceptrum-carolinum*, *Vaccinium uliginosum* на территории Татарстана являются стенотопными видами, отмечаются только на торфе. На Северо-Западе России они имеют более широкое распространение и относятся к лугово-болотным и лесо-болотным видам. Двадцать видов ФЦК болот Татарстана в болотной флоре Северо-Запада России имеют статус индифферентных видов. В целом, выявляется следующая закономерность: почти все виды, имеющие на территории Татарстана более высокий балл верности болоту, являются бореальными видами. Виды, имеющие на Северо-Западе России, по сравнению с Татарстаном, более высокий балл верности болоту, как правило, бореальными не являются; они относятся к плюризональным видам, с экологическим оптимумом к югу от тайги. Таким образом, связь северных видов с болотами на юге лесной зоны выражена хорошо.

**Листостебельные мхи.** На болотных массивах Татарстана зарегистрировано 102 вида листостебельных мхов, что составляет 46,8% общей бриофлоры республики. Выявленные виды относятся к 49 родам, 23 семействам, 7 порядкам, 4 классам. 10 ведущих семейств включают в себя 83 вида, охватывая 81% всей бриофлоры болот, что свидетельствует о большой целостности болотной бриофлоры. Абсолютный лидер – *Sphagnaceae* – 27 видов.

Соотношение болотной флоры сосудистых растений и мхов Татарстана составляет примерно 3:1. В составе бриофлоры больше видов облигатно или преимущественно связанных с болотами, видов с циркумарктобореальным типом ареала и лесо-болотных видов, связанных с бореальными лесами.

Таблица 5.

Соотношение долготно-географических элементов  
в бриофлоре болотных массивов Татарстана

№ п/п	Группа видов	Флора болот		ФЦК болот	
		Число видов	%	Число видов	%
1	Голарктическая	70	68,5	47	75,8
2	Амфиатлантическая	1	1,0	0	0,0
3	Европейская	1	1,0	0	0,0
4	Евросибирская	1	1,0	1	1,6
5	Евроазиатская	2	2,0	1	1,6
6	Восточноевропейско-азиатская	2	2,0	0	0,0
7	Биполярная	16	15,7	9	14,5
8	Гемикосмополитная	9	8,8	4	6,5
Всего		102	100	62	100

Таблица 6.

Соотношение широтно-географических элементов  
в бриофлоре болотных массивов Татарстана

№ п/п	Группа видов	Флора болот		ФЦК болот	
		Число видов	%	Число видов	%
1	Аркто-бореальная в т.ч. гемиарктобореальная	39	38,2	33	53,2
		5	4,9	3	4,8
2	Бореальная	12	11,8	5	8,1
3	Бореально-неморальная	11	10,8	4	6,5
4	Неморальная	3	2,9	1	1,6
5	Плюризональная	37	36,3	19	30,6
Всего		102	100	62	100

Таким образом, по сравнению с сосудистыми растениями, болотная бриофлора имеет более выраженные черты интразональности, что делает ее более уязвимой к антропогенным воздействиям.

## 5.2. Ординация и пространственное распространение видов болотных эколого-ценотических групп

Для анализа общих закономерностей экологической структуры флоры болотных массивов была проведена непрямая ординация флористических списков (рис. 1) и отдельных видов сосудистых растений. Полученные оси интерпретируются нами с помощью эколого-ценотических спектров флори-

стических списков, отраженных на диаграмме. Первая ось (абсцисс) трактуется, как градиент рН среды и трофности субстрата, с возрастанием значений слева направо, вторая ось (ординат) – как промерзание субстрата, с возрастанием значений снизу вверх. Для удобства восприятия, диаграмма флористических списков преобразована в набор диаграмм с выделением отдельных

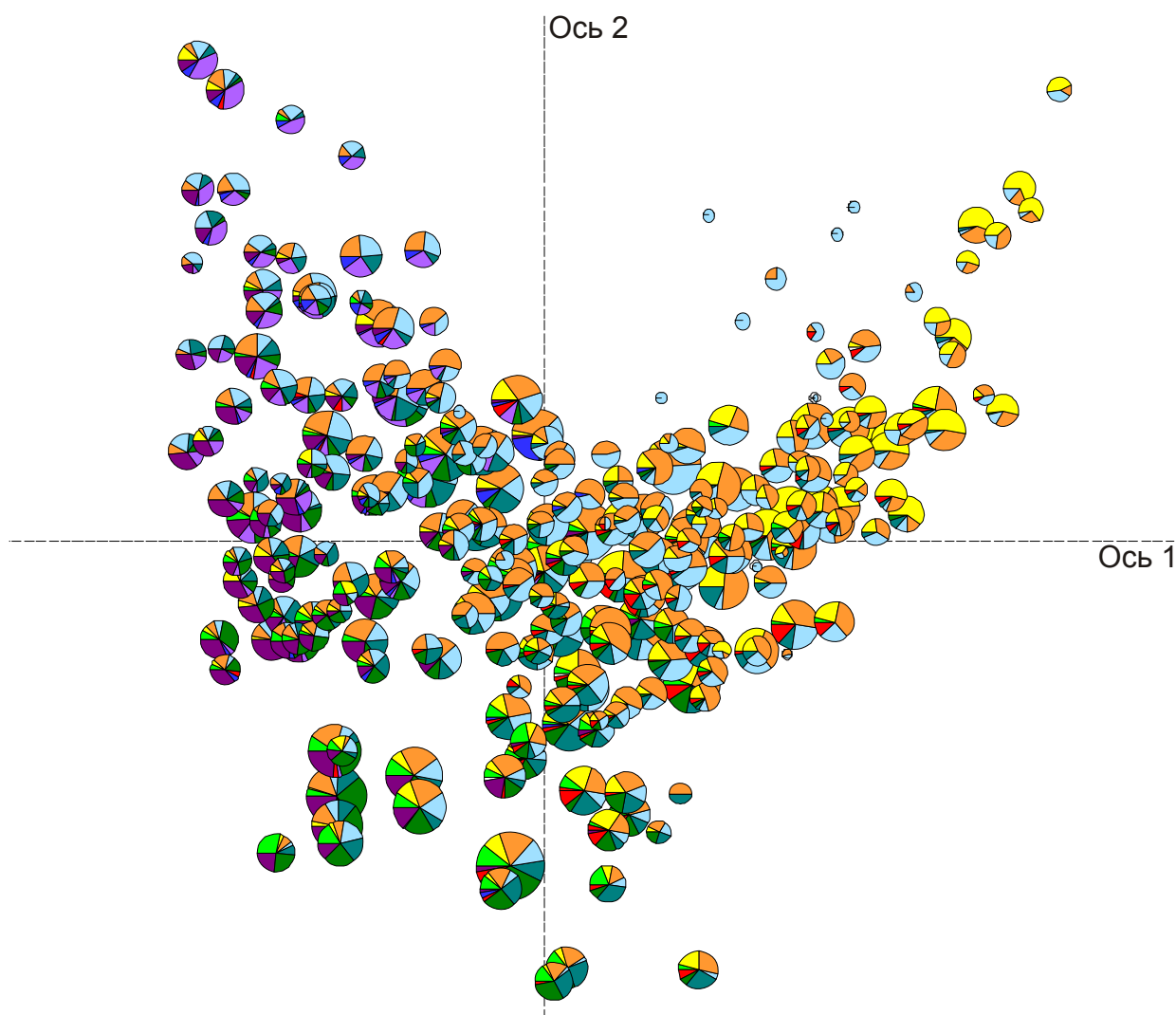


Рис. 1. Ординация флористических списков болотных массивов.

Использован анализ соответствия. Показаны первая (абсцисс) и вторая (ординат) ординационные оси. Круговыми диаграммами показан экологический спектр флор; размер диаграмм соответствует общему числу видов во флоре.

■	Водно-болотная
■	Болотная низинная
■	Болотная переходная
■	Лесо-болотная
■	Лесные бореальная
■	Лесная подтаежная
■	Лесная неморальная
■	Лугово-болотная
■	Луговая
■	Культурная, рудеральная, сорная



эколого-ценотических групп. Например, распределение видов эколого-ценотической группы переходных сфагновых болот приведено на рисунке 2. Виды этой группы занимают преимущественно левый верхний угол ординационного пространства – область наиболее низких значений рН (трофности) и наиболее высоких значений промерзания субстрата.

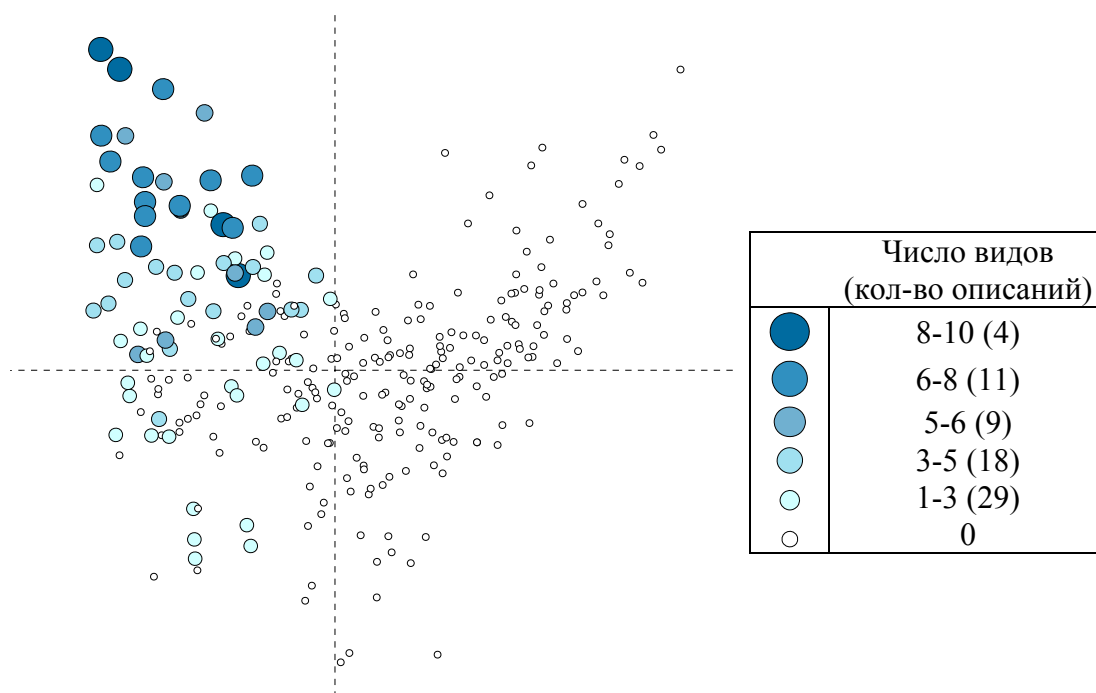


Рис. 2. Распределение флористических списков на ординационной диаграмме по содержанию видов эколого-ценотической группы переходных сфагновых болот.

Изменение значений лимитирующего фактора трофности, в том числе и при антропогенном воздействии на болотные массивы, очевидно, оказывает решающее влияние на состояние популяций болотных видов, прежде всего, – бореальных. Этот фактор является в большой степени определяющим и в географическом распространении видов болотной флоры. Если эколого-ценотические группы с факультативными болотными видами распространены на территории Татарстана относительно равномерно, то группа облигатных болотных видов (в частности, видов переходных сфагновых болот) приурочена, главным образом, к долинам крупных рек, древнеаллювиальные террасы которых характеризуются относительно олиготрофными экотопами (рис. 3).

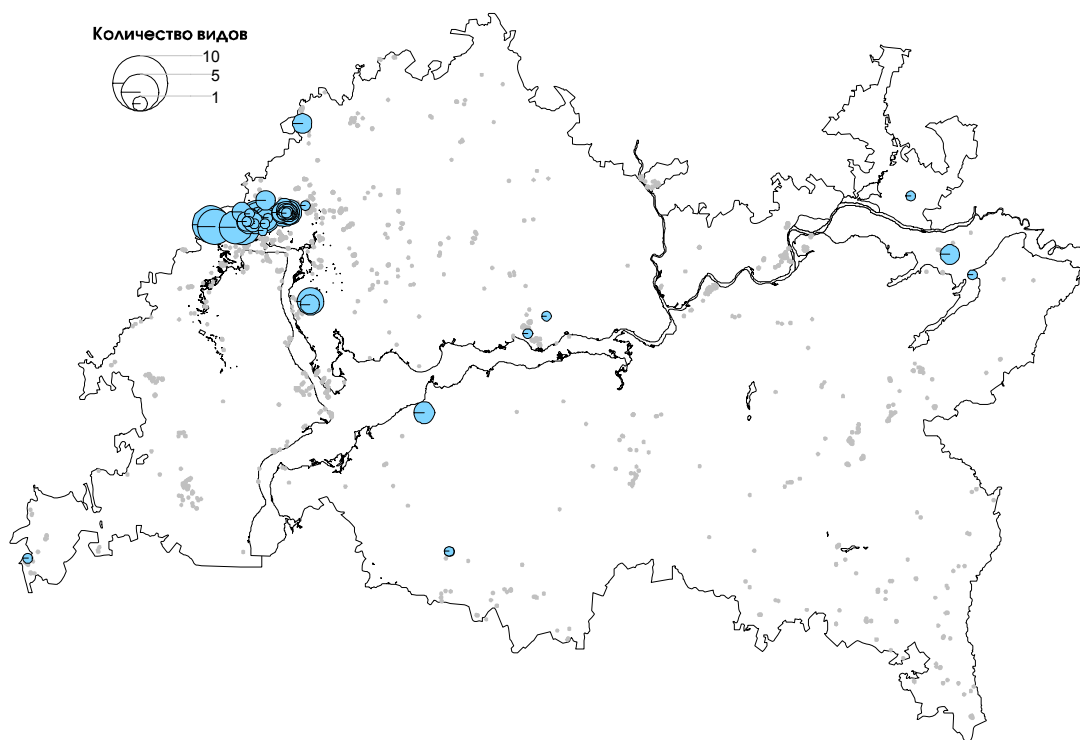


Рис. 3. Распространение и участие видов переходных сфагновых болот в составе флоры болотных массивов на территории Татарстана

### 5.3. Историческая динамика флоры

К началу XXI века из ФЦК болот Татарстана исчезли 12 видов сосудистых растений (табл. 7); 13 видов известны по единичным находкам. Из 25 этих видов 22 относятся к бореальным и гемиарктобореальным видам.

Построенные для исчезнувших с территории Татарстана видов карты-схемы их современных местонахождений и местонахождений прошлых лет в пределах Волжско-Камского края, показывают смещение границ ареалов на север. Выявляется общая закономерность: современная южная граница ареала вида сместилась на север тем дальше, чем раньше этот вид вымер на территории Татарстана. Это указывает на поступательный характер смещения, что соответствует известным представлениям о явлении «смещения на север природных зон» в умеренном поясе северного полушария, связанного с нарастанием антропогенного воздействия.

Характерной чертой экологии исчезнувших и исчезающих видов является относительная олиготрофность. Малочисленность популяций исчезающих

Таблица 7.

Болотные виды сосудистых растений,  
исчезнувшие на территории Татарстана

№ п/п	Вид	Периоды лет:				
		1800- 1849	1850- 1899	1900- 1949	1950- 1999	2000- 2008
1	<i>Trichophorum alpinum</i>	+	–	–	–	–
2	<i>Empetrum nigrum</i>	+	+	–	–	–
3	<i>Lycopodiella inundata</i>	+	+	+	–	–
4	<i>Oxycoccus microcarpus</i>	+	+	+	–	–
5	<i>Drosera anglica</i>	+	+	+	–	–
6	<i>Drosera obovata</i>	+	+	+	–	–
7	<i>Saxifraga hirculus</i>	+	+	+	+	–
8	<i>Pinguicula vulgaris</i>	+	+	+	+	–
9	<i>Carex buxbaumii</i>	+	+	+	+	?
10	<i>Carex juncella</i>	+	+	+	+	?
11	<i>Carex loliacea</i>	+	+	+	+	?
12	<i>Viola palustris</i>	+	+	+	+	?

видов указывает на их депрессивное состояние. Очевидно, именно повышение трофности экотопов является главной причиной вымирания бореальных видов на южной границе лесной зоны. Данный фактор действует на растения опосредованно через изменение конкурентоспособности видов в сообществе.

## ГЛАВА 6. ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ УСТОЙЧИВОСТЬ БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ И ПРИНЦИПЫ СОХРАНЕНИЯ ИХ ФИТОРАЗНООБРАЗИЯ

Для сохранения видов необходимо обеспечение устойчивости их местообитаний, однако современные болотные массивы Татарстана подвержены сильному антропогенному прессу. Сведение лесов (современная лесистость республики 16%) и распашка земель активизировали линейную и плоскостную эрозию (Дедков и др., 1982; Ермолаев, 2002). Уязвимость болотных экосистем связана с их супераквальной позицией в геохимическом ландшафте. При линейной эрозии (рис. 4А) происходит увеличение зоны аэрации торфяной толщи или грунтов, ведущей к усилению гумификации торфа; при плоскостной эрозии (рис. 4Б) эвтрофизация болотных массивов происходит за счет поверхностного стока.

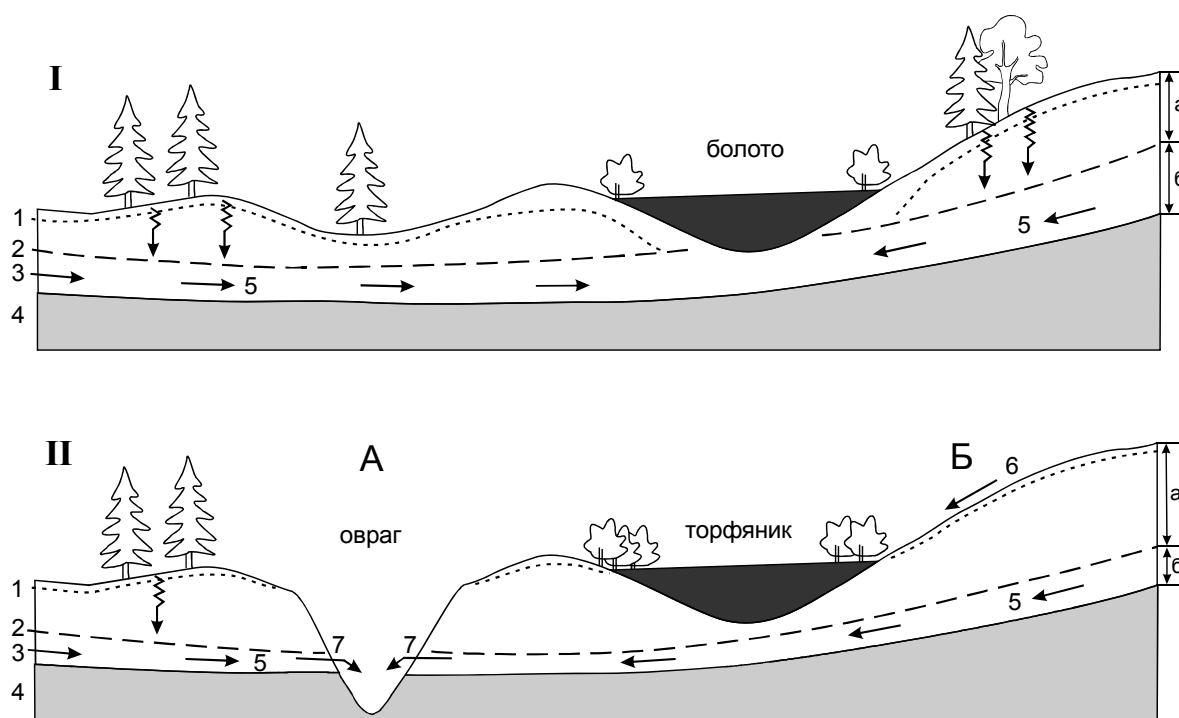


Рис. 4. Механизмы трансформации болотных массивов в результате эрозионных процессов.

I – исходный ландшафт; II – ландшафт с нарушенным гидрологическим режимом в результате линейной (А) и плоскостной (Б) эрозии; а – зона аэрации; б – зона насыщения; 1 – почвенные подвешенные воды; 2 – инфильтрующиеся воды зоны аэрации; 3 – грунтовые воды; 4 – водоупорный пласт; 5 – направление потока грунтовых вод; 6 – поверхностный сток; 7 – ключи.

Сравнительный анализ материалов болотных кадастров Татарстана 1945 и 1975-1980 гг., а также полевые наблюдения, показывают смещение южной границы ареала сфагновых болот на север.

Экологическая устойчивость болотных массивов на юге лесной зоны определяется величиной лесистости водосбора и размерами болотного массива. На степень сохранности болотной экосистемы указывает состояние ее бореального компонента.

На современной территории Татарстана выделено четыре района, удовлетворяющих этим принципам, где охрана болотного фиторазнообразия возможна путем организации ООПТ: 1) надпойменные террасы Волги к западу от Казани; 2) междуречье рек Большой и Малый Черемшаны; 3) Камско-Бельская низина (болотная система Кулигаш); 4) надпойменные террасы Камы на территории Рыбно-Слободского района. Данные районы, выявленные

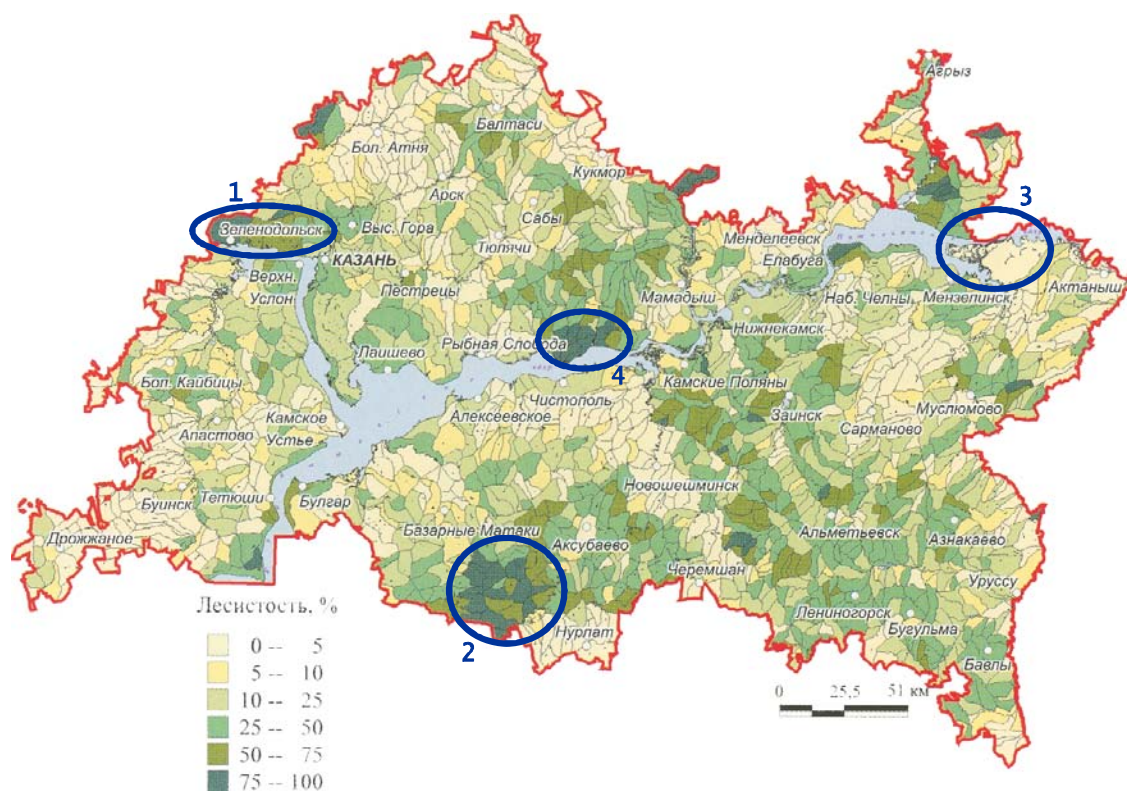


Рис. 5. Карта лесистости бассейновых геосистем Татарстана (по: Ландшафты..., 2007), с указанием районов, перспективных для организации болотных ООПТ.

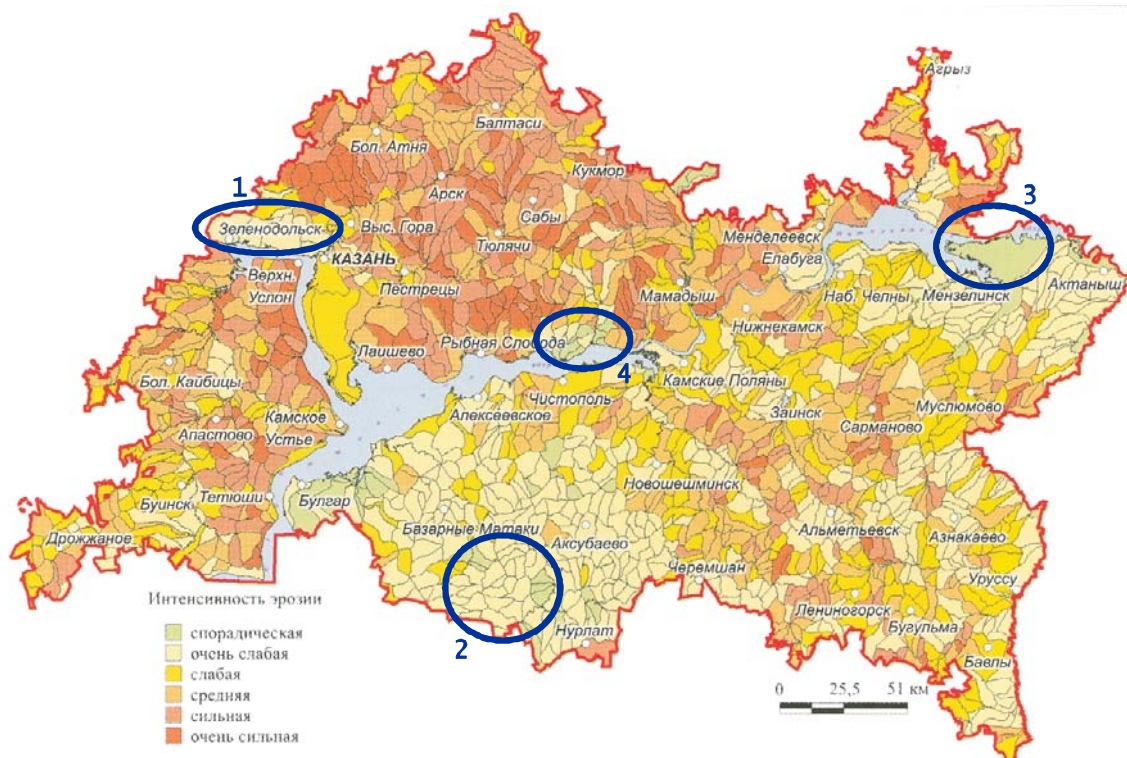


Рис. 6. Карта интенсивности бассейновой эрозии Татарстана (по: Ландшафты..., 2007), с указанием районов, перспективных для организации болотных ООПТ.

в ходе полевых исследований, хорошо выделяются и на картах лесистости и интенсивности бассейновой эрозии территории Татарстана (рис. 5, 6).

## **ВЫВОДЫ**

1. Болотные массивы на юге лесной зоны характеризуются малыми размерами и относятся преимущественно к низинному типу, что определяется ограничением болотообразовательного процесса климатическими факторами (дефицит увлажнения), геоморфологическими (расчлененность рельефа) и литологическими (трещиноватые карбонатные породы).

2. По характеру депрессий в рельефе выделяется 8 основных типов болотных массивов, из которых 7 приурочено к долинам рек, 1 – к пологим склонам нижних частей водоразделов. Образование относительно мощных торфяников связано с озерами. Озера боровых террас рек являются основным фондом для формирования переходных сфагновых болот, где болотообразовательный процесс выражен наиболее полно.

3. На болотных массивах Татарстана зарегистрировано 346 видов сосудистых растений, 102 вида листостебельных мхов. По структуре (спектры ведущих семейств, географических элементов, жизненных форм) флора болотных массивов характеризуется как бореальная. Из эколого-ценотических групп сосудистых растений наиболее многочисленна группа лугово-болотных видов, мхов – лесо-болотных видов, связанных с бореальными лесами.

4. У бореальных видов флороценотического комплекса болот на юге лесной зоны в большей мере выражены стенотопные свойства, по сравнению с северными частями ареалов, что делает их более уязвимыми в отношении антропогенных факторов. Особенно это характерно для бриофлоры, в составе которой на долю стенотопных видов приходится 27%.

5. Интразональный характер бореальных видов проявляется в их концентрации на древнеаллювиальных террасах рек, преимущественно Волги и Камы, экотопы которых характеризуются бедностью минерального питания.

Величина pH среды, как индикатор трофности субстрата, является ведущим экологическим фактором в распространении болотных видов растений.

6. В пределах Волжско-Камского края отмечается поступательное смещение на север южной границы ареалов болотных бореальных видов и экосистем. На территории региона за последние 50 лет уничтожению и деградации подверглось около 85% всех сфагновых болот; 12 видов сосудистых растений флороценотического комплекса болот считаются исчезнувшими, 13 видов известны по 1-2 местонахождениям.

7. Основной причиной заметного уменьшения фиторазнообразия болотных экосистем, смещения границ ареалов бореальных видов и сфагновых болот является увеличение трофности болотных экотопов, связанное с развитием на территории региона процессов линейной и плоскостной эрозии, как результата сведения лесов.

8. Экологическая устойчивость болотных массивов на юге лесной зоны определяется величиной лесистости водосбора и размерами болотного массива. На степень сохранности экосистемы указывает состояние ее бореального компонента. Для целей комплексной охраны болотного фиторазнообразия и организации ООПТ перспективны болотные массивы, сохранившиеся в условиях залесенных надпойменных террас крупных и средних рек.

### **СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ**

1. Бакин О.В. Проблема устойчивости природных систем и подходы к ее изучению // Казан. мед. журн. – Казань, 1992. Т. 73. № 4. С. 244-248.

2. Бакин О.В., Рогова Т.В. Особенности растительного покрова болот пригородной зоны г. Казани и вопросы его охраны // Особо охраняемые природные территории Республики Татарстан: Мат. докл. и выступл. I республ. науч.-практ. конф. (ноябрь, 1994 г.) – Казань, 1995. С. 24-25.

3. Баранова О.Г., Рогова Т.В., Бакин О.В. Флористические находки в Республике Татарстан, Россия // Бот. журн. – 2000. Т. 85. № 4. С. 148-152.



4. Бакин О.В., Рогова Т.В., Ситников А.П. Сосудистые растения Татарстана. – Казань, 2000. 496 с.
5. Бакин О.В. Заметки по систематике и экологии пальцекореников (*Dactylorhiza* Nevski, *Orchidaceae*) Раифы и Татарстана // Тр. Волж.-Камск. гос. природ. зап.-ка. – Казань, 2002. Вып. 5. С. 103-116.
6. Бакин О.В. Горшков Ю.А., Унковская Е.Н. Проблемы сохранения биоразнообразия Раифского участка Волжско-Камского заповедника // Роль особо охраняемых природных территорий в сохранении биоразнообразия и социальном развитии регионов: Мат. II республ. науч.-практ. конф. – Казань, 2003. С. 41-47.
7. Бакин О.В., Ситников А.П. Новые и редкие в Татарстане виды сосудистых растений // Бот. журн. – 2005. Т. 90. № 1. С. 66-71.
8. Бакин О.В. Семейство Осоковые // Красная книга Республики Татарстан. – Изд. 2-е. – Казань, 2006. С. 397-427.
9. Бакин О.В. Семейство Росянковые // Там же. – С. 431-433.
10. Бакин О.В. Семейство Водяниковые // Там же. – С. 435-436.
11. Бакин О.В. Семейство Камнеломковые // Там же. – С. 616-617.
12. Бакин О.В. Семейство Шейхцериевые // Там же. – С. 618-619.
13. Бакин О.В. О сохранении биоразнообразия болот на территории Татарстана // Вопросы общей ботаники: традиции и перспективы: Мат. международ. науч. конф. – Казань, 2006. Ч. 2. С. 285-287.
14. Государственный реестр особо охраняемых природных территорий в Республике Татарстан / О.В. Бакин, А.И. Беляев, В.А. Бойко и др. – Изд. 2-е. – Казань, 2006. 407 с.
15. Бакин О.В. История озер и болот на территории Татарстана в голоцене (в связи с поисками археологических памятников каменного века) // Проблемы изучения первобытности и голоцена в Волго-Камье. – Казань, 2008. С. 113-141 (Археология и естественные науки Татарстана. Кн. 3).